

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 10 月 3 日現在

機関番号：72696

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2014

課題番号：24601018

研究課題名(和文) 頭部 I V R 用患者両眼被曝低減コリメーターの開発と白内障防止効果の基礎的臨床的検討

研究課題名(英文) The development of radiation protection collimator for eyes in neuro-intervention and its basic and clinical study for prevention of cataracta

研究代表者

松丸 祐司 (Matsumaru, Yuji)

公益財団法人冲中記念成人病研究所・その他部局等・研究員

研究者番号：70323300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,300,000 円

研究成果の概要(和文)：虎の門病院の112例の脳血管内手術において、ガラス線量計を用いて頭部最大入射皮膚線量(Maximum ESD)と水晶体線量を測定した。Maximum ESDの平均値は 2115.5 ± 1131.9 mGy、水晶体線量の平均は、右側が 95.3 ± 44.3 mGy、左側が 186.3 ± 182.3 mGyであった。水晶体被ばくは管球に近い左側に多く、治療が複雑な脳動静脈奇形と硬膜動静脈瘻に多いことが明らかとなった。血管造影装置に取り付ける頭部 I V R 用患者両眼被曝低減コリメーターのプロトタイプの改良のために、無線通信プログラムとインターフェースプログラムの開発を行い、血管造影装置に換装し動作を確認した。

研究成果の概要(英文)：We have measured absorbed dose in the skin including eyes for the 112 patients received neuro-IVR at Toranomon Hospital with 60 small radiophotoluminescence dosimeters. Mean maximum entrance skin dose was 2115.5 ± 1131.9 mGy, mean right eye dose was 95.3 ± 44.3 mGy and mean left eye dose was 186.3 ± 182.3 mGy. Radiation exposure for an eye is greater in left side and for the patients with arteriovenous malformations and dural arteriovenous fistula. For the radiation protection for eyes, we have developed the radiation protection collimator in neuro-intervention. In this study, we had refined the programs of wireless communication and interface and retrofit the refined collimator to angio-machine for operation check. Safety equipment of the angio-machine sometimes acts to recognize the collimator as foreign body then we need more refinement of it.

研究分野：脳血管内治療

キーワード：脳血管内治療 インターベンショナルラジオロジー 被ばく 防護 水晶体 白内障

1. 研究開始当初の背景

頭部 IVR はレントゲン透視下に治療が行われるため、放射線被ばくの問題は回避できない。特に頭頸部 IVR では、急性期の脱毛と晩期の白内障と発がんが問題である。白内障は水晶体の混濁により視力・視野が障害される疾患である。従来白内障は確定的影響と考えられ、そのしきい線量は 2 Gy とされていたが、ICRP 2011 では水晶体のしきい線量 0.5Gy と引き下げられた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、現状の頭部 IVR における水晶体被ばくの正確な把握とその防護法の確立である。

3. 研究の方法

虎の門病院の 112 例の脳血管内手術において、専用の帽子に装着したガラス線量計 (RADIREC) を用いて、最大入射皮膚線量 (Maximum ESD) と水晶体線量を測定した。

茨城県工業技術センターおよび株式会社関東技研と共同し、頭部 IVR 用両眼被曝低減コリメーターのプロトタイプを改良した。

4. 研究成果

頭頸部、特に眼球における被ばく線量の測定とデータの保存・活用

体線量の平均は、右側が 95.3 ± 44.3 mGy、左側が 186.3 ± 182.3 mGy であった (図1)。また ESD が 1Gy、3Gy を超える部位があった症例はそれぞれ、103 症例 (92.0%)、21 症例 (18.8%) であった。また治療疾患別の Maximum ESD の平均値と水晶体線量の平均値はそれぞれ、未破裂脳動脈瘤 2049.5 ± 886.2 mGy、 183.2 ± 187.1 mGy、脳動静脈奇形 4380.6 ± 2203.2 mGy、 276.3 ± 160.2 mGy、硬膜動静脈瘻 3120.2 ± 1445.2 mGy、 320.3 ± 243.5 mGy で、脳動静脈奇形と硬膜動静脈瘻が多かった。治療後の経過観察中に脱毛を認めたものは 25 例 (22.9%) で、その Maximum ESD の平均値は 3103.0 ± 1177.1 mGy であった。一方脱毛のないものでは 2029.9 ± 1088.1 mGy であり、脱毛例で優位に被ばくが多かった。

水晶体被ばくは管球に近い左側に多く、治療が複雑な脳動静脈奇形と硬膜動静脈瘻に多いことが明らかとなった。また左水晶体には最大 1092.6 mGy の被ばくがあり、新しい ICRP の水晶体しきい線量 0.5 Gy を超えており、その特異的な被ばく防護が必要であることも明らかとなった。

線量レポートの作成では、従来読み取り値から ESD への変換を手作業で行っていたが、今回 RADIREC サーバーを構築することにより線

量レポートの作成が自動化された。そのためレポートの作成までの時間が短縮し、退院前の結果説明が可能となった。また従来はプリントアウトしたものを保存していたが、JPEG ファイルに変換し PACS 内の血管造影画像と同じフォルダで管理することができるようになったため、院内の端末からいつでも参照できるようになり、外来での長期にわたる経過観察も容易となった。

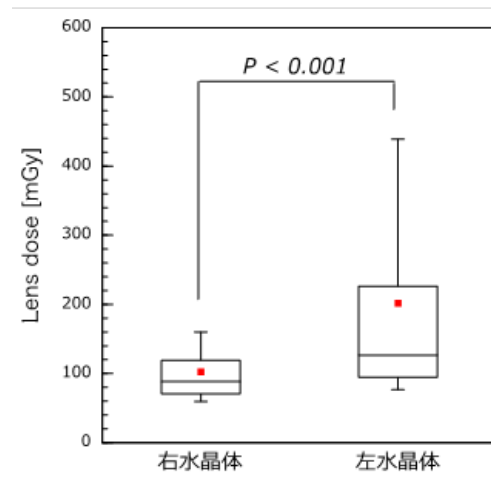


図1：水晶体被ばく線量

頭部 IVR 用患者両眼被曝低減コリメーターの開発

初期のプロトタイプでは、遮蔽装置に直接制御用 PC と操作用ジョイスティックを接続し、有線による制御を実装した。しかし実際の手術環境では遮蔽装置を操作することになる放射線技師は手術室外にいることが多く、無線通信による遠隔操作を行えることが必須である。加えて、習熟度の低い技師でも簡単に扱えるようなインターフェースが求められており、併せて実装する必要がある。このことから、本研究では、無線通信プログラムの開発、インターフェースプログラムの開発を行った。

開発したシステムが実使用環境下で問題なく動作するのかを確認するため、血管造影装置に換装し動作を確認した (図2)。プログラムの動作については複数回の実験で不具合等の解決は終了し、問題なく動作させることが確認できた。Bluetooth を用いた無線通信については、手術室内に設置した遮蔽装置と、モニタリングルーム内に設置した制御用 PC 間で通信を試みたが、X 線防護扉を閉じた場合でも問題なく通信を行えたことから、実際の使用環境下でも問題なく通信を行えるものと思われる。

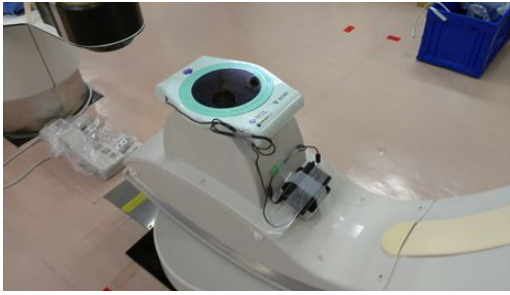


図 2：血管造影装置に換装した頭部 I V R 用患者両眼被曝低減低減コリメータ

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

- 1) Kato M, Chida K, Moritake T, Koguchi Y, Kaga Y, Sakamoto H, Tsukamoto A, Kawauchi S, Matsumoto K, Matsumura M, Oosaka H, Tosa T: Study on the development of a patient dosimetry gown for interventional cardiology procedures. Hoshasen Gijyutu Gakkasi Zasshi. Aug;70(8):814-20, 2014
- 2) Sun L, Mizuno Y, Iwamoto M, Goto T, Koguchi Y, Miyamoto Y, Tsuboi K, Chida K, Moritake T: Direct measurement of patient's entrance skin dose during pediatric cardiac catheterization. J Radiat Res, 55(6), 1122-1130, doi: 10.1093/jrr/rru050, 2014
- 3) Kato M, Chida K, Moritake T, Koguchi Y, Sato T, Oosaka H, Tosa T, Kadowaki K: Fundamental study on the characteristics of a radiophotoluminescence glass dosimeter with no energy compensation filter for measuring patient entrance doses in cardiac interventional procedures. Radiation Protection Dosimetry, Dec;162(3):224-229, doi:10.1093/rpd/nct300, 2014

[学会発表](計 18 件)

- 1) Sun L, Totsuka T, Akahane K, Hayakawa M, Matsumaru Y, Tsuboi K, Moritake T: Novel x-ray shielding device for reducing the lens exposure during endovascular treatment for brain diseases. European Congress of Radiology (ECR) 2015, Vienna, Austria, March 4-8, 2015
- 2) 盛武 敬, 孫 略, 松丸祐司, 香崎正宙, 岡崎龍史: 頭部 IVR による術者・患者被曝. 第 19 回独立行政法人労働安全衛生総合研究所産業医科大学産業生態科学研究所研究交流会(川崎市), 3月2日, 2015

- 3) 坂本 肇, 松丸祐司, 盛武 敬, 早川幹人, 安陪等思, 塚本篤子, 川内 覚, 大西 洋: (シンポジウムS-3-2) 脳神経血管内治療における術者水晶体線量の実態調査. 第30回日本脳神経血管内治療学会総会(横浜), 12月4日-6日, 2014
- 4) 川内 覚, 盛武 敬, 濱田祐介, 依田彰吾, 佐久間秀之, 松丸祐司, 佐藤允之, 孫 略, 田野政勝: (シンポジウムS-3-3) 脳血管内治療における患者被ばく線量 -データ解析と活用方法について-. 第30回日本脳神経血管内治療学会総会(横浜), 12月4日-6日, 2014
- 5) 人見 剛, 松原俊二, 戸井宏行, 松下展久, 高井洋樹, 松村浩平, 萩野寛隆, 宇野昌明, 大畠 康, 松本博樹, 盛武 敬: 脳血管造影、血管内手術における新しい患者被ばくモニター -RADIREC初期使用経験から-. 第30回日本脳神経血管内治療学会総会(横浜), 12月4日-6日, 2014
- 6) ニツ矢浩一郎, 孫 略, 川内 覚, 田野政勝, 早川幹人, 松丸祐司, 森谷淳二, 村上優, 井手 智, 掛田伸吾, 興相征典, 盛武 敬: 患者被曝線量の収集と活用を目的としたサーバーの開発. 第30回日本脳神経血管内治療学会総会(横浜), 12月4日-6日, 2014
- 7) Kato M, Chida K, Moritake T, Sato T, Tosa T, Oosaka H, Kadowaki K, Sasaki M, Sasaki F, Matsumoto K: Patient dose measurement method in interventional cardiology procedures. 100th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America (RSNA), Nov. 30-Dec. 5, Chicago, USA, 2014
- 8) Nishikido F, Takada E, Moritake T, Yamaya T: Real-time monitoring system of skin dose distribution in interventional radiology using organic photo diodes-combined to plastic scintillators. IEEE Nuclear Science Symposium & Medical Imaging Conference, Nov. 8-15, Seattle, USA, 2014
- 9) Kato M, Chida K, Moritake T, Koguchi Y, Sasaki F, Osaka H, Tosa T: Fundamental study on comprehensive radiation exposure management for measuring patient entrance doses in cardiac interventional procedure and cardiac computed tomography. The 70th Annual Scientific Congress of JSRT, Yokohama, Japan, April 10-13, 2014 (英語口演)
- 10) Sun L, Matsumaru Y, Hayakawa M, Totsuka T, Akahane K, Tsuboi K, Moritake T: Development of a novel X-ray shielding device for neurointerventional procedures. The 70th Annual Scientific Congress of JSRT, Yokohama, Japan, April 10-13, 2014 (英語口演)
- 11) Sun L, Mizuno Y, Iwamoto M, Goto T, Koguchi Y, Tsuboi K, Chida K, Moritake T:

- Direct measurement of patient's entrance skin dose during pediatric cardiac catheterization. European Congress of Radiology (ECR) 2014, Vienna, Austria, March 6-10, 2014
- 12) Chida K, Kato M, Inaba Y, Moritake T: Evaluating the performance of a photoluminescence glass dosimeter at diagnostic x-ray energies for interventional radiology. European Congress of Radiology (ECR) 2014, Vienna, Austria, March 6-10, 2014
- 13) 川内 覚, 盛武 敬, 早川幹人, 孫 略, 小口靖弘, 宮本由香, 赤羽恵一, 濱田祐介, 依田彰吾, 佐久間秀之, 佐藤允之, 松丸祐司: 頭部血管造影検査における蛍光ガラス線量計を用いた入射皮膚線量の評価. 第 29 回 NPO 法人日本脳神経血管内治療学会学術総会 (新潟). 11 月 21 日-23 日, 2013
- 14) Sun L, Mizuno Y, Iwamoto M, Koguchi Y, Miyamoto Y, Tsuboi K, Chida K, Moritake T: Direct measurement of patient's entrance skin dose during pediatric cardiac catheterization. 第 41 回日本放射線技術学会秋季学術大会 (福岡). 10 月 17 日-19 日, 2013
- 15) Kawauchi S, Moritake T, Hayakawa M, Hamada Y, Yoda S, Sakuma H, Tano M, Koguchi Y, Miyamoto Y, Akahane K, Matsumaru Y: The most effective method of estimating real-time maximum entrance skin dose during neurointerventional procedures. 第 69 回日本放射線技術学会総会学術大会 (パシフィコ横浜), 4 月 11 日-14 日, 2013
- 16) 早川幹人, 盛武 敬, 松丸祐司, 川内 覚, 小口靖弘, 宮本由香, 赤羽恵一, 榮 武二, 坪井康次, 櫻井英幸: 脳血管内治療における被ばく線量分布の検討, シングルプレーン・バイプレーン装置間比較. 第 28 回 NPO 日本脳神経血管内治療学会学術総会, 仙台, 11 月 15 - 17 日, 2012
- 17) Moritake T, Koizumi H, Matsumaru Y, Hayakawa M, Akahane K, Isobe T, Sakae T: X-ray shielding device for reduction of the irradiation dose to the lens during neurointerventional procedures. World congress on medical physics and biomedical engineering, Beijing, China, May 26-31, 2012
- 18) Hayakawa M, Moritake T, Matsumaru Y, Kawauchi S, Koguchi Y, Miyamoto Y, Akahane K: Difference of skin dose distribution between bi-plane and single-plane system during neurointerventional procedures. World congress on medical physics and biomedical engineering, Beijing, China, May 26-31, 2012
- 〔図書〕(計 6 件)
- 1) Fumihiko Nishikido, Hiroshi Ito, Taiga Yamaya, Takeshi Moritake, Shunji Kishimoto, "Prototype X-ray Detector of Real-time Monitoring System for Interventional Radiology Using Plastic Scintillators and Optical Fiber," Radiation Detectors and Their Uses (Proceedings of the 27th Workshop on Radiation Detectors and Their Uses), pp. 12-20, 2014. (査読有り)
- 2) Fumihiko Nishikido, Takashi Moritake, Hiroshi Ito and Taiga Yamaya, "A prototype real-time dose distribution monitoring system using plastic scintillators connected to optical fiber for interventional radiology", Conferece record of 213 Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Soul, Korea, 2013 (査読無し)
- 3) 盛武 敬: 実用型頭部 IVR 用局所 X 線遮蔽装置による患者水晶体被ばく低減効果の実証. 平成 24 年度 ILC 紀要 筑波大学産学リエゾン研究センター, 195-205, 2013
- 4) Nishikido F, Moritake T, Kishimoto S, Yamaya T: X-ray detector made of plastic scintillators and WLS fiber for real-time dose distribution monitoring in neurointerventional radiology. 2012 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record (NSS/MIC), N12-173, 2012
- 5) 盛武 敬: 頭部 IVR による医師と患者の水晶体被ばく. 日本放射線技術学会放射線防護分科会誌, 第 35 号, 31-33, 2012
- 6) 盛武 敬: 頭部 IVR によるレンズ被曝低減のための X 線遮蔽装置の開発. 医学物理 (第 104 回日本医学物理学会学術大会報文集), vol. 32, Sup. 3, 254, 2012

〔産業財産権〕
出願状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松丸祐司 (Yuji Matsumaru)
公益財団法人 沖中記念成人研究所 研
究員
研究者番号：70323300

(2) 研究分担者

盛武 敬 (Takashi Moritake)
産業医科大学 産業生態科学研究所 放
射線健康医学研究室 准教授
研究者番号：50450432

(3) 連携研究者

()

研究者番号：